

IV - 6

道路ネットワークの構成と代替性評価に関する研究

北海道大学 学生員 南 正 昭

北海道大学 正 員 佐 藤 馨 一

北海道大学 正 員 五十嵐日出夫

1. はじめに

近年、生活レベルの向上や都市機能の高度化に伴い、道路網への信頼性に対するニーズが益々高まっている。例えば、自然災害や交通事故等による道路の途絶現象に対しても、大幅に遅れることなく交通が確保されるような信頼性のある道路網が望まれている。このような背景にあつて道路網の時間信頼性や形態的連結性に注目した研究が盛んに行われるようになってきた。

北海道における都市配置は広域分散型であり、都市間を結ぶ道路は年に数十回も自然災害等による通行規制を余儀なくされる。このように都市間道路網の有する信頼性は、きわめて低い状況にあるといえる。都市間の道路交通サービスが安定的に確保されることは、過酷な自然条件をもつ地域の発展に必須である。

しかし、従来より道路網の評価指標は高速性や大量性等の視点から考案されてはいるが、前述の地域道路網における交通サービス供給の安定さを表現し得るような評価法は、重要であるにもかかわらず、いまだに研究の数はさほど多くない。

そこで本研究は、道路網の評価において経路の代替性に注目し、それを表現する新しい指標を提案する。またこれを実際の地域道路網へ適用することにより、北海道の道路網整備計画の吟味を行うことを目的とする。

2. 北海道における都市間道路網の特徴と問題点

北海道の都市間道路網は以下のような特徴をもつ。

①都市配置が広域分散型であるため、都市間の距離が長い。

②地形条件や気象条件が厳しい。特に冬期において

表1 北海道の都市間道路網における問題点

問題の発生原因	問題の性質	管理者側対処方法	利用者側対処方法
自然災害 吹雪 雪崩 落石・土砂崩壊 路面冠水 高波 道路決壊 交通事故	異常時・非常時 原因が自然発生 不可抗力 事前予測が困難 連結性が失われる 保全・修復が必要	情報の提供 トンネルの建設 新規道路の建設 定期除雪 復旧作業 迂回路の用意	迂回 交通の取止め 目的地の変更
冬期通行止め 工事や除雪による通行止め 一部通行規制	事前に認知 連結性が失われる	情報提供 迂回路の用意	迂回 交通の取止め 目的地の変更
混雑 渋滞	平常時 原因が人為的 制御可能 主に都市部 規則性をもつ 時間信頼性が失われる	情報提供 バイパス建設 道路改善・拡幅 信号制御	出発時刻の変更 (アクティビティの変更) 遅れ覚悟で出発 迂回 交通の取止め 目的地の変更

A Study On The Evaluation of Redundancy Of Road Network
 by Masaaki MINAMI, Keiichi SATOH, Hideo IGARASHI

積雪や吹雪による通行止めが頻発し、一般国道の不
通区間は4箇所、冬期通行止め区間は8箇所にもな
る。

③都市間はただ1本の道路で結ばれている場合も多く
迂回路が少ない。従って、通常利用している経路の
途絶は都市活動に対し非常に大きな支障をきたす。

④都市間に峠が存在する場合、多くが交通の障害に
なっている。これらの中には、冬期間通行止めにな
る区間も多い。

⑤都市間における交通は、道路交通への依存度が高
く、自動車以外の代替交通機関の選択が困難である。
特に地方交通線の廃止により、益々道路への依存が
高まっている。

以上のように北海道の道路網は、きわめてライフ
ラインとしての側面が強く、定常的な都市サービス
の供給という面で、重要な位置を占める。

北海道の都市間道路網における問題点を発生原因
別に分類すると表1のようになる。発生原因につい
て、1)問題の性質、2)管理者側の対処方法、3)利用
者側の対処方法に分類、整理を行った。。

以上のような特徴と問題点を考慮に入れた際、北
海道の道路網を評価する行う上で次の2点が重要とな
る。

1)交通量の少ない道路においても、道路の途絶は都
市の生活を脅かすこととなる。また、通常時に交通
量の少ない道路が、異常時において都市の連結や時
間信頼性の向上に大きな役割を果たす。従って個別
的に道路リンクの特性を評価する評価法では不十分
である。

2)年に1度の途絶でも、都市活動の麻痺につながるこ
ともあり得る。また自然災害は予測が困難であり過
去の経験に依らない場合もある。従って途絶確率の
みに注目した評価法では不十分である。

3. 道路網の代替性

本研究では道路網の有する代替性という性質に注
目し、代替性を表現する指標の提案を行う。

2都市間を結ぶ道路網の代替性は、以下の3点によ
って表現できる。(図1)

1)経路数は、1本より2本が良く、2本より3本が良
い。

2)代替経路長は、基準経路と比較して長いより短

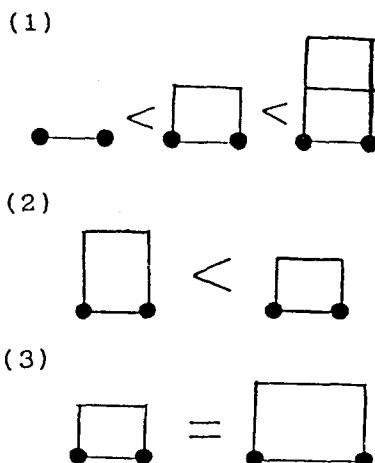


図1 道路網の代替性

い方がよい。

3)相似な道路網の場合は、同等である。

1)は2都市間を結ぶ経路数の多い方が、経路の途絶
に対し柔軟な構造であることを示す。すなわち、道
路網を多重化システムとみた場合、多重化の度合を
示すことにあたる。2)は時間距離等で構成される交
通抵抗が少ない経路ほど、代替経路として優れてい
ることを示す。

以下にこの3点の傾向を示す指標を、代替性指数と
して定義する。この指数を用いることにより、都市
間の道路網が途絶現象に対しどの程度柔軟な構造を
しているかを評価できる。

4. 代替性指数の定式化

2都市間の代替性指数を次のように定義する。

$$R = \frac{Fs}{F0} \quad \text{式1}$$

R ; 代替性指数

F0 ; 基準経路の通行機能

Fs ; 対象経路の通行機能

基準経路とは、2都市間において通常利用される経
路を、また対象経路とは基準経路にその代替経路を
含めた道路網を意味する。ここで

$$F = 1/T$$

T ; 交通抵抗

と考えられるから、

$$R = \frac{T_0}{T_s}$$

式2

T₀ ; 基準経路の交通抵抗

T_s ; 対象経路の交通抵抗

またここにおいて連結リンクの交通抵抗 (T) は、構成リンクが2つの場合それぞれの経路の交通抵抗を t_1 、 t_2 とすると、以下の式によって求める。

直列連結の場合： $T = t_1 + t_2$

並列連結の場合： $1/T = 1/t_1 + 1/t_2$
式3

ここで、交通抵抗 t は、旅行時間で代表する。

すなわち、代替性指数とは「対象とする道路ネットワークの機能が、通常利用されている経路の機能の、何倍の機能を保障しているか」を表現している。

本研究においては、基準経路は高速道路を除いた道路網における最短経路とする。また対象経路は、基準経路に対し旅行時間がほぼ1.5倍以内になるような基準経路を含めた経路の集合とする。代替経路を旅行時間比として約1.5倍以内としたのは、ASSHOによる高速道路建設時における高速道路への転換率曲線を参考とし、速度比1.0の時の転換率が時間距離比1.5付近で0に近づくことに基づいて決定した。

5. 代替性指数の性質

代替性指数の性質を明らかにするため、モデルネットワークを仮定しその適用を図2に示した。2ノード間ACについて代替性指数 (R) を示した。なお、これらのモデルネットワークは、すべて旅行時間1のリンクからなっている。

(a) はAC間が1本のみ経路で結ばれ代替経路がない場合である。したがって、代替性指数は1と下限値をとる。

(b) はAC間が同じ旅行時間の経路2本で結ばれた場合である。ABCを基準経路とするとそれと同じ旅行時間の代替経路が1本利用可能な場合である。このとき代替性指数は、2となる。

(c) は基準経路ABCに対し、BC間とD経由のAB間

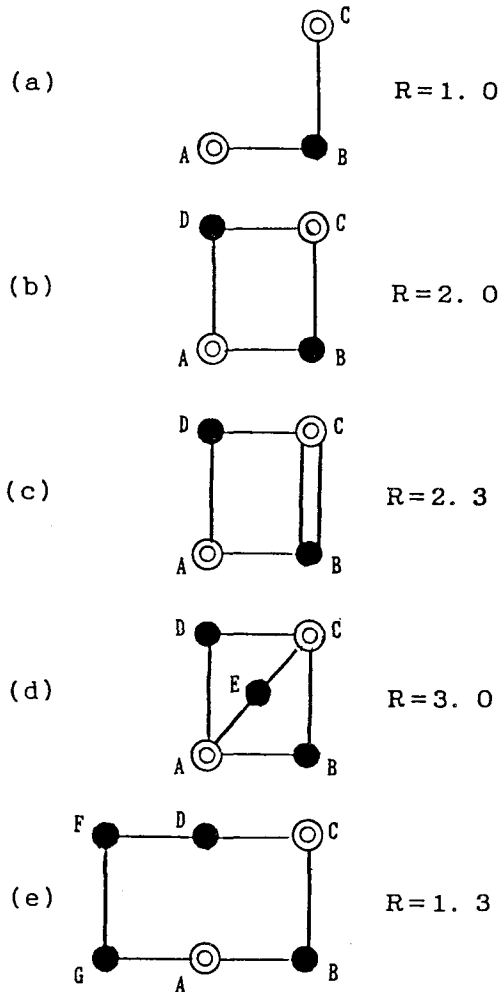


図2 代替性指数の性質

に代替経路をもつ場合である。2本の代替経路をもつが1本は途中までしかない。このとき代替性指数は、2.3となる。

(d) はAC間を結ぶ経路が3本ある場合である。同じ旅行時間の経路3本で結ばれているとき代替性指数は3となる。

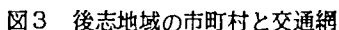
(e) は基準経路ABCに対し、代替経路が長い場合である。このとき代替性指数は1.3となる。

(a) (b) (d) から、1本より2本、2本より3本の方が指数は高くなるということがわかる。ノー

このような代替性指数を用いることで、図1で示された道路網の代替性が的確に表現できる。

6-1 後志地域の道路網

後志地域における道路ネットワークは、ある経路が自然災害等により途絶した際に、代替経路のない経路が存在したり、国道に2路線と主要道道に1路線の未開削不通区間をもつなど、きわめて脆弱な構造になっている。また、道道は地形が急峻なため急勾配の路線や線形の悪い路線も多く、冬期間には交通障害を起こし易い。こうした道路網の整備状況が、札幌市に隣接するという好条件をもちながらこの地域の発展を阻害している一つの要因と考えられる。



6-2 代替性の評価

本研究で提案した指標に基づき、後志地域における道路網の代替性の評価を行う。評価においては、対象地域の中核都市である小樽市から他の19市町村各々へ通じる都市間道路網について、代替性を検討することとした。

各々の2都市間について、評価対象道路網は次のような基準を設けて決定した。

(1)国道については全てを対象とし、道道については市町村界を横断する道道以上の道路網を対象とする。

(2)基準経路の各構成リンクを切断し旅行時間が基準経路の約1.5倍以内となる代替経路を含める。

ここで(1)は、市町村内にある多数の細かな道路網を除外すること、市町村を横断する道路は都市間道路網の整備計画において重要な役割をもつという観点に立っている。また(2)は、対象地域の道路網が不通区間や代替経路が存在しないなどネットワークとして不備な点が多いため、1本の途絶が都市間の途絶につながることもある。したがって、基準経路の構成リンクに途絶した際の代替経路を評価対象としている。

- 以下、代替性指数の算出プロセスを示す。
- ①評価対象地域道路網を設定する。
 - ②評価する都市間として、小樽市と後志地域内の任意の市町村を選定する。
 - ③2都市間の基準経路として、現状の道路網における

- 最短経路を探索する。
- ④各構成リンクを切断し、1.5倍以内に入る代替経路を探索する。
- ⑤もしその代替経路がない場合、代替性指数を1とする。
- ⑥基準経路と代替経路からなる道路網を2都市間の対象経路とする。
- ⑦式2により代替性指数を算出する。

6-3 評価結果

代替性指数を算出した結果を図4に示す。余市町、仁木町、古平町、積丹町、岩内町、共和町、島牧村の7町村では、指数が1を示している。したがってこれらの都市は、最短経路の1部が途絶した場合、その1.5倍の時間を費やしても小樽へ行くための経路が存在せず、都市間道路網の代替性がきわめて低いことを示している。

小樽市から余市町へは、国道5号線のみで結ばれている。赤井川村経由の道道は、時間がかかりすぎて代替経路とはなり得ない。

また、岩内町と共和町へは国道5号線の稲穂峠にあたるリンクが途絶したとき、代替経路を有しない。大型フェリーの就航する岩内港から小樽市一札幌市への代替性がきわめて低いことが示される。稲穂トンネルへの機能集中を避け、小樽市一札幌市への経路を、常に確保するため、早急な整備が望まれる。

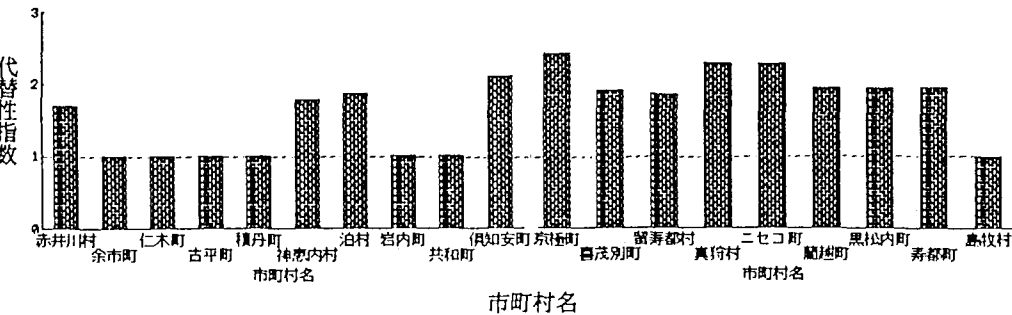


図4 小樽市から各市町村への代替性指数

同様に、古平町、積丹町、島牧村 へは国道229号線が途絶したとき、代替経路を有しない。古平町と積丹町は経済的に、また医療や消防等の救急時の都市サービスについても余市町や小樽市に大きく依存している。人口は古平町・積丹町とも少ないが、国道229号線はこれらの都市を支える生命線となっている。

代替性指数の高い地域としては、京極町、真狩町、ニセコ町が挙げられる。これらの町は国道5号線に加え、国道230号線と主要道道小樽定山溪線からなる経路の利用が可能なのである。

7. 代替性指数による道路網整備計画の検討

7-1 高規格道路の代替性向上への効果

代替性指数により、後志地域の道路網の現状を分析することで、国道5号線沿線都市の代替性が低いことが明らかとなった。国道5号線は、通過交通や沿線都市からの利用も多い幹線道路であり混雑も多く、早急な改善が望まれる路線である。

そこで現在計画中である高規格道路（北海道横断自動車道）を建設し、代替経路としての利用が可能となる場合、代替性がどの程度改善されるかの検討を行った。

7-2 評価結果

高規格道路建設時の評価結果を、高規格道路を考

慮しない場合と比較し図5に示す。

図5から明らかなように、余市町、仁木町、岩内町、共和町等の国道5号線を通常利用する都市間の代替性が飛躍的に伸びている。これらは現在、稲穂トンネルの位置する1本のみの国道で結ばれ、代替性という側面からみると非常に不安定な都市間である。その都市間に対し、現在の計画路線による高規格道路の建設は、解決策として有効であることが明らかとなった。

8. おわりに

本研究では、これまで明示的に取り扱われることのなかった道路網の代替性に注目し、その性質を具体的に示すと共に、それを評価し得る指標の提案を行った。また、この指標を後志地域の都市間道路網へ適用することにより、道路整備計画の検討に役立つことが確認できた。

人口が分散し、道路交通に依存する傾向の高い北海道では、道路網をライフラインとみなし、地理的・自然的条件によらず、安定した生活サービスを受けられるよう道路網を整備する必要があるであろう。本研究は、地域の生活者の立場から、道路網の評価を試みており、今後の北海道道路網整備における一つの指針を提示するものである。

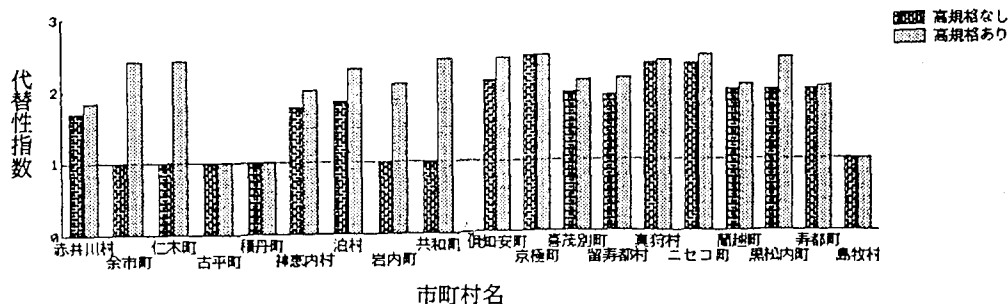


図5 高規格道路建設時の代替性指数の変化